咖啡果小蠹之生態及物理防治之應用

林明瑩[1*]、魏紹華[2]

[1]國立嘉義大學植物醫學系助理教授
[2]國立嘉義大學植物醫學系研究生
[*]通訊作者：mylin@mail.ncyu.edu.tw

摘要

咖啡果小蠹為咖啡產業上最具威脅性的害蟲，幾乎分布於全世界的咖啡產區，臺灣於2007年開始遭受到此蟲為害國內的咖啡的生產。雄蟲的翅退化，僅雌蟲具飛行能力，雌蟲自咖啡果實臍部鑽入取食及產卵，孵化的幼蟲於果實內部鑽食，造成果實呈現許多孔洞喪失商品價值。此蟲幼蟲具2個齡期，蛹與雄蟲終身均存在於果實內部。在誘殺防治部份，多數均以紅色的誘殺器，內含甲醇+乙醇1：1進行誘殺。此誘殺器可視為監測或誘殺的器具，於咖啡園進行懸掛定期添加誘引劑可進行持續的誘殺，有效達到降低咖啡園族群的密度。

關鍵詞：咖啡果小蠹、生活史、物理防治 Keywords: Coffee berry borer, Life history, Physical control

前言

咖啡果小蠹自2007年在臺灣的咖啡首度發現其蹤跡 (林等，2010) 以來，隨著國內咖啡產業的快速發展，此蟲已幾乎隨著咖啡的種植而分布至國內各個產區，且造成不同程度的危害(林等，2015)。由於咖啡果小蠹的生態習性特殊，此蟲除雌蟲外，其餘生

長階段均躲在咖啡果實中，實不易進行防治(林與陳，2015；朱等，2017)。本文主要著重在咖啡果小蠹的形態、生態以及物理防治運用進行介紹，以期對此蟲的相關資訊有更清楚的了解。

咖啡果小蠹

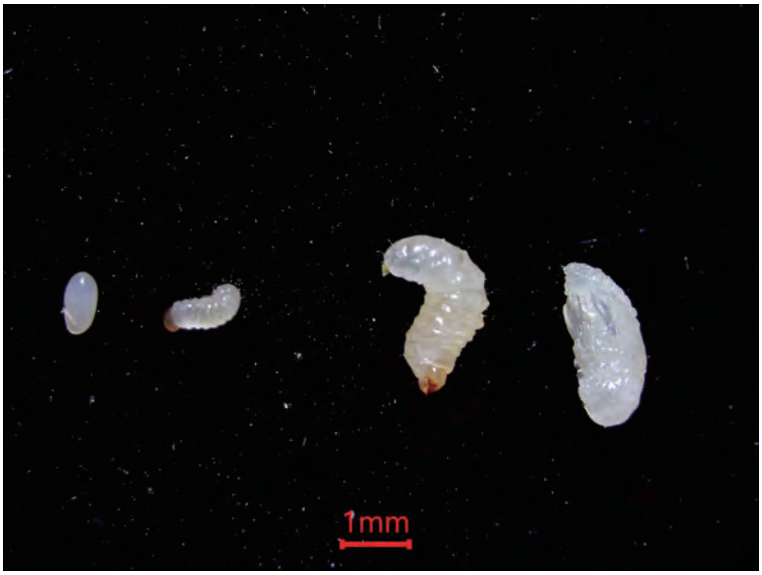
此蟲學名為：*Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae)，屬鞘翅目、象鼻蟲科、小蠹蟲亞科的昆蟲。英文名為Coffee berry borer (CBB)，主要危害咖啡果實(圖一)。

圖一、咖啡果小蠹與受害的咖啡果實

咖啡果小蠹之形態特徵

卵為橢圓或卵形(圖二)，初產下時呈乳白色且有光澤，長約0.5-0.8mm，寬0.25-0.35mm。

在幼蟲部份，雌蟲具有2個齡期，而雄蟲為1齡期，白色、無足，呈蠕蟲狀的身體，幼蟲體上具毛但稀疏，頭部具褐色下口式的咀嚼式口器，胸部具3個體節，腹部則為9節，口器發達，第1齡幼蟲體長約0.6-0.8mm，已經完全發育第2齡的雌蟲幼蟲體長為2.2 mm。



圖二、咖啡果小蠹的卵、1齡幼蟲、2齡幼蟲與蛹
(由左至右)

蛹為白色，發育10天後變為黃色，大顎、眼、觸角、鞘翅及膜翅，各部位明顯區分並易於分辨，雌蟲長度1.7mm，雄蟲長度1.2 mm (林等, 2015)。

圖三、咖啡果小蠹雌成蟲

雌成蟲體長1.4-1.6mm、寬1mm，雄成蟲體型較小，但不同地區的體型大小可能有所差異。甫羽化的成蟲(圖三)為棕色，但隨著

時間的增加而成熟，逐漸轉為黑色。成蟲體呈黑色，雄成蟲翅膀退化，不具飛行能力。成蟲觸角絲節 (funicle) 通常具5節，觸角錘節第1縫線幾乎筆直並部分分隔；第2縫線略微彎曲，並具有剛毛。前額隆起，中間具深且長之縫線，表面具網狀細紋，複眼稍凹陷。前胸背板上具細小突起，後側邊緣具小顆粒狀突起，前側邊緣具約4-8個大小相等的齒狀突起，鞘翅上具許多非直立剛毛 (seta)。

雌成蟲的鑑定特徵包括：前胸背板的前緣具4個齒狀突起 (少數為6個)，翅鞘上具直立剛毛，光滑且有光澤的鞘翅上著生許多剛毛，其排列的長度為其寬度的8倍以上，頭部的額中縫線長且輪廓分明(Waller et al., 2007)。

分布

咖啡果小蠹在許多種植阿拉比卡及羅布斯塔咖啡的低海拔國家中為一種嚴重的咖啡害蟲，在海拔高於1,370公尺時很少發現其造成嚴重危害，並且在高於1,680公尺時未發現該物種 (CABI, 2019)。咖啡果小蠹首次被描述是在1876年，由Ferrari於貯藏中的咖啡豆上發現。

咖啡果小蠹迄今幾乎已遍布於全世界所有生產咖啡的國家，如亞洲的汶萊、柬埔寨、印度 (卡納塔克邦、喀拉拉邦、泰米爾納德邦)、印尼 (爪哇、蘇拉威西、蘇門答臘)、韓國、寮國、馬來西亞(馬來西亞半島、沙巴、沙撈越)、菲律賓、斯里蘭卡、臺灣、泰國、越南。非洲的安哥拉、貝寧、布隆迪、喀麥隆、中非共和國、查德、剛果、剛果民主共和國、科特迪瓦、赤道幾內亞、埃塞俄比亞、加蓬、加納、幾內亞、肯亞、賴比瑞亞、馬拉威、莫桑比克、奈及利亞、盧旺達、聖多美普林西比、塞內加爾、塞拉利昂、西班牙(加那利群島)、蘇丹、坦尚尼亞、多哥、烏干達、津巴布韋。北美的墨西哥、美國(夏威夷)、中美洲和加勒比海的哥斯大黎加、古巴、多明尼加共和國、薩爾瓦多、瓜地馬拉、海地、宏都拉斯、牙買加、尼加拉瓜、巴拿馬、波多黎各。南美洲的玻利維亞、巴西(聖埃斯皮里圖、米納斯吉拉斯州、帕拉、帕拉納、朗多尼亞、聖

保羅)、哥倫比亞、厄瓜多爾、秘魯、蘇里南、委內瑞拉、歐洲西班牙、大洋洲、密克羅尼西亞聯邦、斐濟、法屬波利尼西亞、新喀裡多尼亞、北馬里亞納群島 (CABI, 2019)。

寄主範圍

咖啡果小蠹幾乎發生在所有咖啡品種上，其中阿拉比卡 (*Coffea arabica*)最吸引咖啡果小蠹，其次是羅布斯塔 (*C. canephora*)。且在茂密的森林中生長的野生咖啡，其果實亦常被嚴重危害 (Waller et al., 2007)。

生活史

從產卵到成蟲，咖啡果小蠹的生活史需要28-35天，在羽化前會在漿果中生長1-2週，由於其偏好老熟的漿果，生活史可能不會在採收前完成，因此亦會有危害綠色未成熟果的可能。雌成蟲會鑽入漿果進到種子並產卵於孔道中，在3-7週的時間內，最多可產下60粒卵，卵於5-9天內孵化 (Waller et al., 2007)，孵化之幼蟲於漿果內取食咖啡豆(圖四)，幼蟲期約為10-16天，在化蛹前蛻皮兩次，具有2個齡期，蛹期則持續4-9天。族群密度高之咖啡園，於咖啡漿果

圖四、受咖啡果小蠹為害的果實內部(左)

內常可見到同時有卵、幼蟲、蛹及成蟲同時存在的情形 (圖五)。

雌成蟲在羽化後不久即具有繁殖能力，在漿果中與雄成蟲交配，並於3-4天後開始產卵，雄成蟲不具飛行能力，並且一生最多可與30隻雌成蟲交配。雄成蟲壽命約為20-87天，雌成蟲壽命可達157天，在烏干達常年都有咖啡漿果的存在，咖啡果小蠹每年可能有8到9個世代，每30天完成其生活史，但是在哥倫比亞，每年僅繁殖2到3個世代 (Waller et al., 2007)。

其生長及繁殖速率在29-33℃最快，採近親繁殖，雌雄比約10:1 (Vijayalakshmi et al., 2002)。許多小蠹蟲亞科的物種都仰賴於其蟲孔中的真菌作為營養來源，咖啡果小蠹依賴鐮孢菌 (*Fusarium solani*) 才能成功繁殖，並且此真菌孢子藉由黏附在雌蟲的前胸，被帶到新的蟲孔中 (Morales-Ramos et al., 2000)。

圖五、受害的咖啡果實中可同時發現成蟲、蛹、幼蟲

生態及危害習性

咖啡果小蠹大多危害老熟漿果(圖六)，於漿果頂點附近穿孔並侵入(圖一)，在哥倫比亞，幼蟲的高存活率和快速發育需要至少120天的成熟漿果，幼蟲取食消耗掉一粒或兩粒種子。

受損的漿果掉落，或者容易被細菌和真菌感染而腐爛，被咖啡果小蠹危害的漿果，其中果皮的腐爛與*Erwinia steartii*及*E. salicis*兩種細菌有關 (Damon, 2000)，另外在濃蔭下種植且疏於修剪的咖啡樹，其危害更為嚴重。

咖啡果小蠹雌蟲在開花後8週到採收期間，為害發育中的咖啡漿果(超過32週)，對老熟咖啡漿果具明顯偏好。於胚乳產卵，但僅在其乾重超過約20% 時，才適合繁殖，漿果的這個發育階段約為開花後的16週 (取決於環境溫度)，因此如果雌蟲為害水狀胚乳的漿果，則只會穿透到中胚層，並在較短的孔道中等待，直到漿果成熟，有時甚至持續長達數週。

研究顯示，咖啡果小蠹危害尚未發育之漿果時死亡率高，推測是因為其僅處於表層位置，因此更容易受到天敵和殺蟲劑的影響，例如蟲生真菌 (*Beauveria bassiana*) 對咖啡果小蠹的感染，於此時可能特別嚴重，尤其是在非常潮濕的氣候下，會看到漿果的頂端有白色粉末狀斑點，下面有一隻死去的雌蟲(Aristizábal et al., 2012)。胚乳變硬後，咖啡果小蠹進入並開始挖掘不規則的隧道和孔洞，並在隧道中產卵，而這30-50粒卵會依不同溫度而有不同的發育時間，在25天到長達60天以上的時間內發育為成蟲。產卵完的雌成蟲會留在漿果內不會離開 (Baker et al., 1992)，後代成熟後，雌成蟲 (雌雄比約10：1) 會與不具飛行能力之雄成蟲近親交配。另外其交配系統在功能上為單倍體與雙倍體，因此雄性只包含來自其雌蟲的功能基因，而不會將遺傳物質自雄蟲傳遞給後代的雌蟲 (Brun et al., 1995)，儘管繁殖極為排外，但當兩個雌性危害相同的漿果，並且其中一個雌性的雄性後代找到另一個雌性的雌性後代時，偶爾亦會發生非近親繁殖。

對於咖啡果小蠹的生長發育，我們非常不容易完全了解漿果內的繁殖率和死亡率，且雌蟲會進行育雛行為，可能會從漿果中逐出死亡或垂死的幼蟲和成蟲 (Waller et al., 2007)。在野外準確評估死亡率因素幾乎是不可能的，迄今為止對繁殖的最佳評估，其內在增殖率 (r) 為0.065 day^{-1}、淨繁殖率 (R_0) 為25.0粒卵/每隻雌蟲、而平均

世代時間 (T) 為45.2天 (Baker et al., 1992)。其族群的內在增殖率與取食咖啡果小蠹的漿果的成熟度有關。漿果內部最多可能有3個世代同時存在，在採收後剩下的漿果中，發現超過100隻個體並不少見。許多文獻指出，咖啡果小蠹每年具有8個世代或更多，但是由於開始危害的速度通常較慢，所以許多時候不太可能每年繁殖超過5個世代(Waller et al., 2007)。

下雨會導致在乾燥條件下掉落的漿果，重新建立大量的成蟲，這些成蟲會因雨後的高濕度（> 90 %RH）而出現。咖啡果小蠹羽化之前處於靜止狀態，需要更多的研究來確定這是否是真正的滯育，某研究指出，該蟲對於低濕度極度敏感，因此可能要等到下雨後才會羽化，這樣在發現新漿果之前，能夠更好的避免碰上乾燥環境的機會 (Baker et al., 1992)。

剛羽化的雌成蟲，通常於清晨到傍晚而不會在夜間飛行，其飛行速度較緩慢，但能夠持續飛行至少30分鐘，甚至可能更長 (Baker et al., 1992)。咖啡果小蠹會在樹附近飛行幾分鐘，最後找到要危害的漿果，然後降落在樹枝上爬行幾分鐘，最後才選擇漿果。當同一分支上存在不同成熟度的漿果時，對於乾物質含量超過25 %的成熟漿果具有較強的選擇性。

在咖啡園中，初期危害通常聚集在園區的一部分，通常是在陰涼或濕度較高或邊緣的地方(Damon, 2000)，如果危害沒有得到控制，則會散佈至整個園區。

咖啡果小蠹偏好溫暖潮濕，適合咖啡生長的熱帶環境，研究發現，在低於20℃和90 % RH的濕度下，其出現機率較低 (Baker et al., 1992)，而其存活限界溫度在15-32℃之間 (Jaramillo et al., 2009)。由於咖啡果小蠹的危害習性，鑽蛀於咖啡漿果內取食，在咖啡果實成熟採收，脫去果肉後，常可見在帶殼生豆上有與蟲體相同大小的蛀孔(圖六)。將帶殼生豆脫殼後，其蟲蛀之孔洞在生豆上明顯可見(圖七)，使咖啡豆之商品價值完全喪失。

圖六、受咖啡果小蠹危害的帶殼生豆蛀孔明顯可見

圖七、受害的生豆全無商品價值

物理防治

咖啡果小蠹可利用紅色的誘殺器進行誘殺(圖八)，內含有1：1的甲醇+乙醇可用於誘捕飛行中的雌成蟲，且捕獲的數量與附近的族群數量具有明顯的相關性 (Pereira et al., 2012)。因此可以用來監

測其密度，亦可誘殺園內的咖啡果小蠹的族群。但是，放置在受害園區外的誘殺器捕獲量很少，誘殺器的誘捕效能便不高，因此誘殺器現在主要是運用在害蟲綜合管理(IPM)策略的一部分(Damon, 2000; Fernandes et al., 2011)。

運用誘殺器可以在咖啡園內進行全年的誘殺，特別是在採收期結束後對殘存於園內的成蟲進行誘殺，且利用誘殺器在受害嚴重的園內每日可誘殺到超過10,000隻以上的成蟲 (Infante, 2018)。在國內亦曾進行全年的誘殺調查，誘殺器可以有效進行園內的咖啡果小蠹的誘殺(林等, 2010)。

圖八、咖啡果小蠹誘殺器

結語

咖啡果小蠹的體型小，在為害初期不易察覺，當發現園內漿果受害時，往往族群密度已高，已錯失最初的防治時機。利用物理防治的誘殺器可以在初期有效進行咖啡果小蠹的誘殺，避免高密度後無法將族群密度控制。然而透過單一的防治措施是無法全面進行園內咖啡果小蠹的管理的，實有賴更多元防治技術的運用，落實整合管理的思維，方能將咖啡果小蠹對國內咖啡產業的影響降至最低。

參考文獻

1. 朱宜芬、楊滿霞、張淑芬、陳柏宏、王泰權。2017。咖啡果小蠹於咖啡果實內之齡期組成與防治藥劑之室內藥效評估。台灣農業研究 66 (4): 318-325。
2. 林明瑩、吳雅芳、陳昇寬。2010。咖啡果小蠹之監測及田間誘殺試驗。臺南區農業改良場研究彙報 56: 35-44。
3. 林明瑩、陳昇寬。2015。咖啡果小蠹之防治藥劑研究。臺南區農業改良場研究彙報 65: 38-44。
4. 林明瑩、林志鴻、宋一鑫。2015。南勢社區咖啡病蟲害圖鑑。國立嘉義大學植物醫學系出版。21頁。
5. Aristizábal, L. F., O. Lara, and S. P. Arthurs. 2012. Implementing an integrated pest management program for coffee berry borer in a specialty coffee plantation in Colombia. J. Integr. Pest Manag. 3: 1-5.
6. Baker, P. S., Barrera, J. F., Rivas, A. 1992. Life-history studies of the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*, Scolytidae) on coffee trees in southern Mexico. Journal of Applied Ecology, 29(3): 656-662.
7. Baker, P. S., Ley, C., Balbuena, R., Barrera, J. F. 1992. Factors affecting the emergence of *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) from coffee berries. Bulletin of Entomological Research, 82(2):145-150.
8. Brun LO, Borsa P, Gaudichon V, Stuart JJ, Aronstein K, Cousteau C, ffrench-Constant R, 1995. Functional haplodiploidy. Nature, 374: 506.
9. CABI. 2019. Crop Protection Compendium Global Module. Wallingford, UK：CAB INTERNATIONAL.
10. Damon A. 2000. A review of the biology and control of the coffee berry borer, Hypothenemus hampei (Coleoptera: Scolytidae). Bulletin of Entomological Research, 90: 453-465.
11. Fernandes, F. L., M. C. Picanço, S. O. Campos, C. S. Bastos, M.

Chediak, R.N.C. Guedes, and R. S. Da Silva. 2011. Economic injury level for the coffee berry borer (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) using attractive traps in Brazilian coffee fields. Journal of Economic Entomology, 104: 1909-1917.

12. Infante, F. (2018). Pest management strategies against the coffee berry borer (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). Journal of agricultural and food chemistry, 66(21): 5275-5280.

13. Jaramillo, J., C. Borgemeister, and P. Baker. 2006. Coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae): searching for sustainable control strategies. Bulletin of Entomological Research, 96: 223-233.

14. Morales-Ramos, J.A., Rojas, M.G., Sittertz-Bhaktar, H. and Saldana, G. 2000. Symbiotic relationship between *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) and *Fusarium solani* (Moniliales: Tuberculariaceae). Annals of the Entomological Society of America 93: 541-547.

15. Pereira, A. E., E. F. Vilela, R. S. Tinoco, J. O. G. de Lima, A. K. Fantine, E. G. F. Morais, and C. F. M. França. 2012. Correlation between numbers captured and infestation levels of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei*: A preliminary basis for an action threshold using baited traps. International Journal of Pest Management, 58: 183-190.

16. Vijayalakshmi, C. K., Rahiman, P. A., Vijayan, V. A., Prakasan, C. B. and Sreedharan, K. 2002. Biology of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) under varying thermal conditions. Journal of Entomological Research, 26: 67-70.

17. Waller, J. M., Bigger, M., and Hillocks, R. J. 2007. Coffee pests, diseases and their management. CABI. 427pp.